Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir
Vol. 13, No. 2, December 2022, p. 139-159
Original Research; DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2205-1037

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۳ شمارهٔ ۲، نیمهٔ دوّم ۱۴۰۱
صفحهٔ ۱۵۹-۱۳۹، نوع مقاله: پژوهشی

به‌گزینی مقدماتی ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی جهت معرفی ارقام متحمل به سرما برای کشت پاییزه در مناطق سرد

احمد نظامی[۱*]، جعفر نباتی[۲]، محمد کافی[۳]، الهه برومند رضازاده[۴]، حسام‌الدین سلوکی[۵] و سیدجلال آذری[۶]

۱- استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ nezami@um.ac.ir
۲- استادیار فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir
۳- استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ m.kafi@um.ac.ir
۴- دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ elaheh.boroumand@mail.um.ac.ir
۵- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ hesamsolooki@yahoo.com
۶- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس؛ sjamnt@gmail.com

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹، **بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۳/۲۴، **پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۹؛ **انتشار آنلاین مقاله:** ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:
نظامی، ا.، نباتی، ج.، کافی، م.، برومند رضازاده، ا.، سلوکی، ح.، و آذری، س.ج. ۱۴۰۱. به‌گزینی مقدماتی ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی جهت معرفی ارقام متحمل به سرما برای کشت پاییزه در مناطق سرد. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۵۹-۱۳۹.

چکیده

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در دانشگاه فردوسی مشهد روی ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی و یک ژنوتیپ نخود کابلی (سارال) شاهد در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. حداقل دمای تجربه‌شده توسط ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۱۲- درجه سلسیوس بود. درصد بقاء ۳۹ ژنوتیپ بین ۷۶ تا ۱۰۰ درصد، ۷۵ ژنوتیپ بین ۵۱ تا ۷۵ درصد، ۶۱ ژنوتیپ بین ۲۶ تا ۵۰ درصد و ۵۵ ژنوتیپ کمتر از ۲۵ درصد بود و همچنین ۱۰ ژنوتیپ (MCC658، MCC373، MCC755، MCC212، MCC83، MCC864، MCC371، MCC756، MCC749 و MCC885) دارای بقایی بالاتر از ۹۰ درصد بودند. در میان ژنوتیپ‌های موردمطالعه ۲۱ ژنوتیپ ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر و ۴۷ ژنوتیپ ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر داشتند. در دامنه‌های بقاء با کاهش درصد بقاء عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافت، به‌طوری‌که متوسط عملکرد دانه در واحد سطح در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد با ۲۵۷ گرم در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به دامنه‌های بقاء ۵۰ تا ۷۵، ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد به‌ترتیب ۲۴ درصد، ۲/۵ و ۸/۶ برابر بیشتر بود. در دامنه‌های بقاء ۷۶ تا ۱۰۰، ۵۱ تا ۷۵ و ۲۶ تا ۵۰ درصد تفاوت چندانی در متوسط شاخص برداشت مشاهده نشد. با توجه به عملکرد بسیار بالا در ژنوتیپ‌های متحمل به سرما، کشت پاییزه نخود دسی در این منطقه امکان‌پذیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته؛ بقاء؛ شاخص برداشت؛ عملکرد دانه؛ یخزدگی

مقدمه

حبوبات نقش مؤثری در تثبیت نیتروژن، حاصلخیزی خاک و علوفه دام دارند و درصد قابل‌توجه پروتئین آن‌ها سبب اهمیت ویژه این گیاهان در رژیم غذایی بشر شده است (Hossain *et al*., 2016; Kahraman *et al*., 2015). به همین علت نخود (*Cicer arietinum* L.) نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات غنی از پروتئین و کربوهیدرات شناخته می شود که با توجه به کیفیت برتر پروتئین آن نسبت به سایر حبوبات، در راستای تأمین این ماده غذایی ارزشمند در جمعیت رو به افزایش جهان مؤثر است (Jukanti *et al*., 2012)، به‌طوری‌که در سراسر جهان به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه گزینه اصلی در تأمین پروتئین مورد نیاز بشر محسوب می‌شود (Shafaei *et al*., 2016). در ایران نیز طبق گزارش آمارنامه کشاورزی در سال ۱۳۹۸، محصول نخود با ۶۹ درصد سطح زیرکشت و ۴۱ درصد تولید در جایگاه نخست در بین حبوبات قرارگرفته است (Iran Agriculture Statistics, 2019). لپه

* **نویسنده مسئول:** nezami@um.ac.ir

نخود به‌عنوان یکی از پرفروش‌ترین حبوبات بازار ایران است. در ایران برای تهیه لپه از نخودهای ایرانی، اتیوپی، هند، پاکستان و استرالیا استفاده می‌شود که لپه نخودهای ایرانی از بالاترین کیفیت برخوردار هستند.

در مناطق معتدل به‌طور معمول غلات سرمادوست در پاییز کشت می‌شوند. به دلیل استقرار مناسب گیاه در پاییز و استفاده بهتر از نزولات جوی و اجتناب از تنش‌های گرما و خشکی انتهای فصل، کشت پاییزه نسبت به بهاره از ثبات و عملکرد بهتری برخوردار است (McKersia & Leshem, 1994). در حبوبات به‌ویژه نخود، کشت پاییزه موجب افزایش ارتفاع بوته و افزایش تثبیت زیستی نیتروژن می‌شود (Singh *et al*., 1997). پژوهشگران اظهار داشتند که کشت پاییزه نخود به علت افزایش دوره رشد رویشی و قرارگرفتن دوره رشد زایشی این گیاه در شرایط مساعد رطوبتی و دمایی غالباً از عملکرد بیشتری نسبت به کشت بهاره برخوردار است (Ozdemir & Karadavut, 2003). از طرفی، پژوهش‌ها نشان داده است که در دماهای یخزدگی شدید در مناطق سرد و مرتفع، نخود آستانه تحمل به سرمای کمتری نسبت به غلات پاییزه دارد (Nezami & Bagheri, 2006; Kanouni, 2004). بنابراین، یکی از مشکلات کشت پاییزه در نخود وجود دماهای یخزدگی در طول فصل پاییز و زمستان است (Singh, 1993).

دمای یخزدگی برای گیاه نخود کمتر از ۱/۵- درجه سلسیوس ذکر شده و کاهش بیشتر دما موجب خسارت به گیاه خواهد شد (Croser *et al*., 2003). در ابتدای دوره رشد مدت زمان طولانی دما در محدوده یخزدگی می‌تواند از جوانه‌زنی بذر نخود جلوگیری کند و میزان تحمل به یخزدگی پس از یک دوره خوسرمایی افزایش می‌یابد. در طبیعت، گیاهان ممکن است به دلیل قرارگرفتن تدریجی در معرض دماهای پایین و بدون یخبندان، تحمل به سرما از خود نشان دهند، این فرآیند به‌عنوان خوسرمایی شناخته می‌شود (Thomashow, 1999). خوسرمایی با سازوکارهای متعددی شامل تغییرات در (الف) بیان ژن (Pearce *et al*., 1999) (ب) ترکیب‌های غشاء و رفتار سرمایی (Orvar *et al*., 2000) (ج) تجمع محافظت‌کننده‌ها از سرما مانند پرولین، کربوهیدرات‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها (Thomashow, 1999; Kang & Saltveit, 2001) و (د) افزایش اسید آبسزیک (Lang *et al*., 1994) و کلسیم (Knight *et al*., 1996) همراه است.

خسارت ناشی از یخزدگی معمولاً به دلیل تشکیل یخ در فضاهای بین‌سلولی اتفاق می‌افتد. شبکه یخ با کاهش دما گسترش می‌یابد و ممکن است به دیواره‌ها و غشای سلولی نفوذ کند تا حدی که برگشت آن به حالت عادی غیرقابل‌جبران باشد (Andrews, 1996). تشکیل یخ داخل سلولی برای گیاه کشنده است. با وجود این، برخی از گیاهان می‌توانند یخ بین سلولی را تحمل کنند. تحمل به یخزدگی در یک گیاه بین بافت های مختلف مانند برگ‌های بالایی و پایینی، ساقه، مریستم یا ریشه گیاه بسیار متفاوت است (Huang *et al*., 2020). پروتئین‌های ضد یخ و هستک‌های یخ، شروع تشکیل یخ را کنترل می‌کنند. تحمل به یخزدگی غالباً با سازوکارهایی در سطح سلولی همراه است، ازجمله افزایش سیالیت غشاء، تنظیم اسمزی و همچنین فراسردشدن بدون هسته یخ (Tan *et al*., 2018). فقدان روش‌های غربالگری کارآمد و قابل‌اعتماد برای این سازوکارها کار را برای اصلاح‌کنندگان دشوار می‌کند (Palta & Simon, 2018).

مطالعات مزرعه‌ای با وجود غیرقابل‌مهاربودن شرایط دمایی، تمامی شرایط طبیعی برای ایجاد تنش یخزدگی و تنش‌های ثانویه را در گیاه مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این مطالعه نیز با هدف ارزیابی میزان تحمل به یخزدگی ژنوتیپ‌های نخود دسی در شرایط مزرعه جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر جهت کشت پاییزه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه عرض جغرافیایی و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار طولانی‌مدت هواشناسی بارندگی سالانه مشهد ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سلسیوس است. اقلیم مشهد بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک است.

در این مطالعه ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی و یک ژنوتیپ نخود کابلی شاهد (سارال) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کشت پاییزه و شرایط آبیاری تکمیلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورداستفاده از کلکسیون نخود مشهد (بانک بذر پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد) تهیه شدند. در ابتدا بذرها به مدت شش ساعت با استفاده از آب‌نوش بذر دایان محصول شرکت دانش‌بنیان خوشه‌پروران زیست‌فناور پیش‌تیمار گردید و قبل از کاشت بذرها با استفاده از قارچ‌کش کاربندازیم (WP 60%®) به مقدار دو در هزار ضدعفونی شدند.

عملیات خاک‌ورزی زمین شامل شخم پاییزه توسط گاوآهن برگردان‌دار و تسطیح و نرم‌کردن خاک توسط

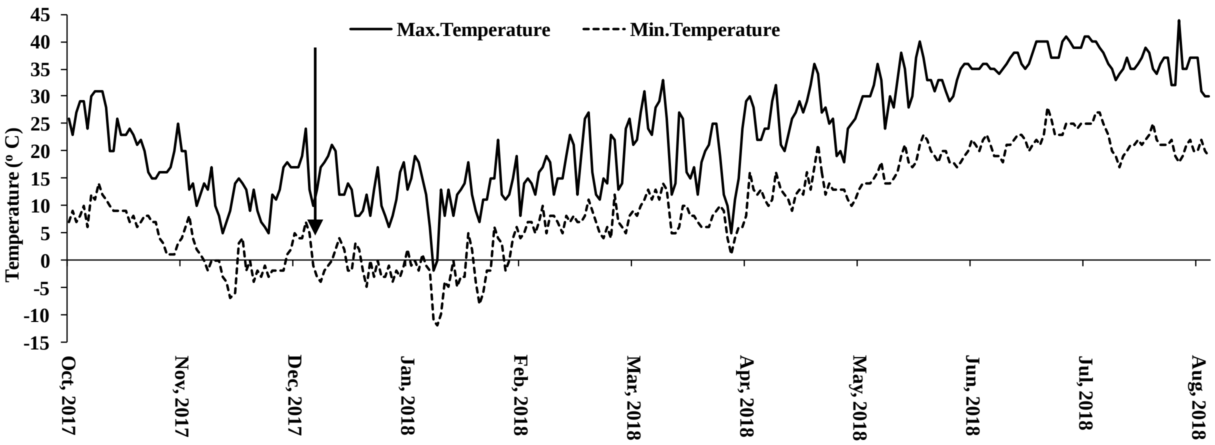
سیکلوتیلر صورت پذیرفت. کاشت در تاریخ سوم آبان ۱۳۹۶ در چهار ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و طول دو متر و فاصله بین تیمارها ۱۰۰ سانتی‌متر از هم به‌صورت دستی در عمق دو سانتی‌متری خاک با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (با فاصله بین بوته ۶/۷ سانتی‌متر) انجام شد. آبیاری در سه مرحله شامل بلافاصله پس از کاشت، ۱۴ روز پس از اولین آبیاری و در زمان گلدهی به روش نشتی انجام شد. کنترل علف‌های‌هرز در سه نوبت به‌صورت دستی در اواسط اسفندماه، اواسط فروردین و اردیبهشت انجام شد. مبارزه با لارو غلاف‌خوار نخود (*Heliothis viriplaca* Hufn) در مرحله گلدهی با استفاده از ایندوکساکارب (آوانت ®Ec 15%) با میزان مصرف ۲۰۰میلی‌لیتر در هکتار و یک هفته بعد از آن با کارباریل (سوین ®Wp 85%) با میزان مصرف سه کیلوگرم در هکتار انجام شد. در طول دوره رشد آمار هواشناسی از ایستگاه هواشناسی مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد دریافت و حداقل درجه‌حرارت در طی این دوره ثبت گردید (شکل ۱).

به‌منظور تعیین درصد بقاء، ۳۰ روز پس از سبزشدن و بلافاصله پس از زمستان، تعداد گیاهان هر ژنوتیپ شمارش و درصد بقاء با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (Najib Niya *et al*., 2008).

معادله (۱)

۱۰۰ × (تعداد گیاهان قبل از زمستان/ تعداد گیاهان زنده پس از زمستان)=درصد بقاء

جهت تعیین تحمل به سرمای ژنوتیپ‌ها بر اساس درصد بقاء به چهار دامنه بقاء (۲۵-۰، ۵۰-۲۶، ۷۵-۵۱ و ۱۰۰-۷۶ درصد) تقسیم‌بندی شد (Singh *et al*., 1984).



شکل ۱- دماهای حداقل و حداکثر روزانه طی دوره آزمایش در مشهد طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Fig. 1. Daily minimum and maximum temperature during chickpea growing season in 2017-2018, Mashhad

در پایان فصل رشد نیز ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد شاخه اصلی، تعداد کل غلاف در بوته، درصد غلاف بارور، وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد:

معادله (۲)

۱۰۰× (زیست‌توده/ وزن دانه) = شاخص برداشت

برای آزمون نرمال‌بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از نرم‌افزار Minitab16 و برای تجزیه خوشه‌ای تجزیه به مؤلفه های اصلی و ترسیم نمودارهای دوبعدی از نرم‌افزارهای SPSS19 و STATISTICA استفاده گردید. برای تأیید صحت گروه‌بندی انجام شده، از تجزیه واریانس چندمتغیره، تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. همچنین برای بررسی تفاوت گروه‌ها ازلحاظ صفات مختلف، مقایسه میانگین گروه‌ها برای صفات موردبررسی انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

داده‌های هواشناسی

میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر دما و مجموع بارندگی ماهیانه طی دوره کاشت، داشت و برداشت ژنوتیپ‌های نخود دسی متحمل به سرمای در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در شکل ۱ نشان داده شده است.

بر اساس داده‌های هواشناسی، حداقل میانگین دمای ماهیانه (۲/۲- درجه سلسیوس)، حداکثر میانگین دمای ماهیانه (۳۸+درجه سلسیوس) و همچنین حداکثر میانگین بارندگی ماهیانه (۴۵/۷ میلی‌متر) به ترتیب مربوط به ماه‌های دی- بهمن، تیر- مرداد و اسفند- فروردین بود (شکل ۱). با توجه با این که کشت در آبان‌ماه انجام و اولین یخبندان در اواسط آذرماه رخ داد، گیاهان فرصت لازم (حداقل سه هفته) برای القای خوسرمایی به دست آوردند. همچنین داده‌های هواشناسی بین بازه قبل و بعد از سرما حاکی از آن بود که سردترین دمای تجربه‌شده توسط ژنوتیپ‌های موردبررسی دمای ۱۲- درجه سلسیوس در تاریخ نهم بهمن‌ماه بود.

ارزیابی کلی ژنوتیپ‌ها

نتایج بررسی کشت پاییزه ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی متحمل به سرما در شرایط آب و هوایی مشهد نشان داد که تعداد ۲۵ ژنوتیپ کشت‌شده در این آزمایش به دلیل بنیه ضعیف بذر و گیاهچه ضعیف قبل از سرما از بین رفتند. از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی باقی‌مانده بعد از سرما نیز، تعداد ۲۰ژنوتیپ به دلیل درصد بقای پایین و ضعف در تحمل شرایط نامساعد محیطی قادر به ادامه رشد تا پایان فصل رشد نبودند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مربوط به بقاء، صفات تک‌بوته و صفات عملکرد حاکی از آن بود که بین ژنوتیپ‌های موردبررسی ازنظر صفاتی چون درصد بقاء، ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه اصلی، تعداد کل غلاف در بوته، درصد باروری غلاف در بوته، وزن خشک تک بوته، وزن دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه، وزن خشک کل، عملکرد دانه کل و شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری ($P\leq0/05$) وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مور مطالعه در ژنوتیپ‌های نخود دسی در کشت پاییزه

Table 1. Source of variation (mean square) studied traits of deci chickpea genotypes in autumn sowing

منابع تغییر S.O.V	df	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Block بلوک	2	1256^{**}	35.7^{ns}	30.0^{ns}	1.11^{ns}	0.643^{ns}	2331^{ns}	10285^{ns}	463^{ns}	90.9^{ns}	1.90^{ns}	580507^{ns}	106340^{ns}	908^{ns}
Genotype ژنوتیپ	229	2126^{**}	707^{**}	630^{**}	80.1^{**}	5.608^{**}	21430^{**}	5477^{**}	4689^{**}	1278^{**}	151^{**}	2471457^{**}	478702^{**}	1217^{**}
Error خطا	457	2.10	51.7	53.8	13.0	0.995	7722	3598	1638	742	4.42	2211	426	1.20

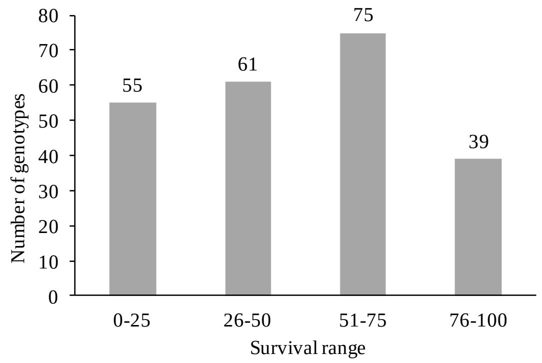
A: بقا، B: ارتفاع بوته، C: طول بوته، D: ارتفاع اولین غلاف، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور، H: زیست توده، J: دانه، K: وزن۱۰۰دانه، L: عملکرد زیست‌توده، M: عملکرد دانه، N: شاخص برداشت

A: Survival (%), B: Plant height, C: Plant length, D: Lowest pod height, E: Branch No., F: Pod No. Plant^{-1}, G: Filled pod, H: Biomass, J: Grain K: 100 seed weight, L: Biological yield, M: Grain yield, N: Harvest index

درصد بقاء

بررسی تعداد ژنوتیپ‌ها در دامنه‌های مختلف درصد بقاء نشان داد که میزان این صفت در ۳۹ ژنوتیپ بین ۷۶ تا ۱۰۰درصد، ۷۵ ژنوتیپ بین ۵۱ تا ۷۵ درصد، ۶۱ ژنوتیپ بین ۲۶ تا ۵۰ درصد و ۵۵ ژنوتیپ کمتر از ۲۵ درصد بود (شکل ۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد بقاء ژنوتیپ‌های نخود دسی متحمل به سرما حاکی از آن بود که ۱۰ ژنوتیپ (MCC373، MCC658، MCC755، MCC212، MCC83، MCC864، MCC371، MCC756، MCC749 و MCC885) دارای درصد بقایی بالاتر از ۹۰ درصد بودند (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵) و هفت ژنوتیپ (MCC362، MCC368، MCC388، MCC517، MCC534، MCC535 و MCC549) هیچ‌گونه بقایی پس از زمستان نداشتند (جدول۵). با توجه به این که تحمل به سرما از شروط مهم گیاهان کشت‌شده در پاییز است و نخود از گیاهان حساس به تنش سرما و یخزدگی است (Croser *et al*. 2003)، درصد بالای بقاء بوته‌ها به عملکرد مناسب این گیاهان کمک خواهد کرد. از این نظر، برخی از ارقام نخود که مقاومت نسبی مناسبی به سرما دارند، برای کشت پاییزه مفید خواهند بود. در مطالعه حاضر تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از نظر درصد بقاء در بین ژنوتیپ‌های نخود دسی (۲۳۰ ژنوتیپ که زمستان را طی کردند) وجود داشت. در میان ۲۳۰ ژنوتیپ ۱۷ درصد از ژنوتیپ‌ها قادر به حفظ بقای بیشتر از ۷۵ درصد بودند و در این میان، چهار درصد از ژنوتیپ بقای بالای ۹۰ درصد داشتند (شکل ۲). در مطالعات پیشین تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود گزارش شده بود (Zafaranieh, 2015).



شکل ۲- تعداد ژنوتیپ‌های متحمل به سرمای نخود دسی در گستره‌های مختلف درصد بقاء

Fig. 2. Number of chickpea genotypes in different survival range after winter under field conditions

جدول ۲- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد

Table 2. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 76 to 100%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
373	98	34	42	13	2	188	86	80	40	31	363	164	45
658	97	51	51	22	2	91	80	45	20	16	702	223	32
755	97	18	44	12	7	149	76	75	31	20	967	341	35
212	97	44	44	12	3	153	93	72	37	19	700	334	48
83	96	37	52	17	2	108	93	63	30	18	795	363	46
371	95	36	36	12	1	146	90	72	31	15	343	31	9
864	95	37	40	15	2	203	89	112	46	34	597	230	39
756	95	15	42	9	6	99	77	53	18	20	647	238	37
749	93	3	24	4	7	95	85	48	25	20	180	65	36
885	92	51	51	18	2	112	93	55	31	16	992	525	53
259	89	45	45	9	2	202	89	97	53	19	973	523	54
207	89	46	46	8	4	163	91	68	35	17	947	442	47
884	88	38	42	8	2	247	92	80	40	14	673	320	48
322	88	48	48	12	3	236	88	127	63	33	957	456	48
332	87	32	32	8	1	159	91	63	27	10	152	54	36
929	86	49	49	20	1	74	90	48	16	23	543	229	42
708	84	46	46	14	1	69	87	45	21	24	272	108	40
194	84	44	61	14	2	111	81	57	28	20	1045	498	48
883	83	23	47	8	3	164	88	110	44	22	37	15	40
649	83	43	43	17	2	69	90	53	18	20	348	105	30
643	82	44	44	15	4	185	78	77	37	16	362	147	41
605	81	58	58	31	4	375	84	180	81	19	1332	538	40
751	81	7	44	8	8	105	85	58	25	27	855	308	36
32	81	35	50	10	3	208	78	82	35	13	753	329	44
100	80	32	42	14	3	274	81	88	47	12	657	314	48
291	80	49	49	19	4	149	88	75	33	20	649	243	38
29	79	40	57	14	4	170	90	110	46	20	812	339	42
251	79	32	32	10	2	181	79	52	29	12	322	156	48
Saral	79	51	54	15	5	151	81	78	32	22	956	382	40
99	79	45	45	11	2	131	79	52	19	8	583	182	31
43	78	30	60	6	2	67	78	93	8	15	597	223	37
646	78	39	44	13	2	257	85	87	47	14	588	270	46
650	77	39	39	8	2	76	74	38	18	16	628	208	33
580	77	27	50	13	2	284	92	107	59	14	663	316	48
216	77	39	39	11	3	90	95	55	32	25	55	32	58
564	77	22	49	11	3	207	88	110	47	18	342	97	28
895	76	41	47	11	2	168	96	98	51	25	467	51	11
307	76	37	37	7	2	112	86	57	29	14	522	256	49
310	76	51	58	17	4	158	93	77	38	16	792	355	45
$LSD_{(0.05)}$	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (٪)، B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولـین غـلاف (سـانتی‌متـر)، E: تعـداد شـاخه در بوتـه، F: تعـداد غـلاف در بوتـه، G: غـلاف بـارور (٪)، H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (٪)، LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. $Plant^{-1}$, G: Filled pod (%), H: Biomass ($g.plant^{-1}$), J: Grain ($g.plant^{-1}$) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield ($g.m^{-2}$), M: Grain yield ($g.m^{-2}$), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک

نتایج نشان داد که در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۲۱ژنوتیپ دارای ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر داشتند. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ MCC199 با ارتفاع بوته ۶۴ سانتی‌متر با بقای ۷۴ درصد بود (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵). به‌طورکلی، ژنوتیپ‌های موجود در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد، متوسط ارتفاع بوته‌ای به ترتیب ۳۷ و ۳۹سانتی‌متر را دارا بودند که نسبت به دامنه‌های بقای ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵درصد به ترتیب ۵، ۱۸ و ۷، ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع بوته بیشتری داشتند. بررسی همبستگی بین صفات نیز نشان داد که بین درصد بقاء و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۵۲**) مشاهده شد (جدول ۶).

نتایج مقایسه میانگین طول شاخه اصلی نشان داد که ۶۲ژنوتیپ دارای طول شاخه اصلی بالای ۵۰ سانتی‌متر بودند. در این میان ژنوتیپ MCC819 با ۶۶ سانتی‌متر و ژنوتیپ‌های MCC911، MCC613 و MCC504 با ۶۵ سانتی‌متر بیشترین طول شاخه اصلی را دارا بودند که به ترتیب دارای بقای ۷۲، ۷۵، ۷۱ و ۱۷ درصد بودند (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵). متوسط طول شاخه اصلی در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد، به ترتیب ۴۶ و ۴۸ سانتی‌متر بود. با کاهش دامنه بقاء به ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد متوسط طول شاخه اصلی نیز کاهش یافت، به‌طوری‌که نسبت به دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰درصد به ترتیب سه و ۲۱ سانتی‌متر کاهش یافت. همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۵۵**) بین درصد بقاء و طول شاخه اصلی مشاهده شد (جدول ۶). در گیاه نخود علاوه بر ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا در ژنوتیپ‌هایی که تیپ رشدی بوته به‌صورت خوابیده است، ارتفاع بوته کم، ولی ممکن است طول شاخه اصلی زیاد باشد که روی عملکرد آن تأثیر دارد. در کل، ژنوتیپ‌هایی که اختلاف بین ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی کمتری داشته باشند، برای برداشت مکانیزه مناسب‌تر خواهند بود. به‌عنوان نمونه ژنوتیپ MCC199 با ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی ۶۴ سانتی‌متر نشان داد که تیپ رشدی کاملاً ایستاده‌ای دارد. در همین ارتباط همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۸۰**) بین ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی مشاهده شد (جدول ۶).

ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک به‌عنوان یک ویژگی مهم در برداشت مکانیزه نخود، نشان داد که ۴۷ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر، ۱۰۴ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بین ۱۰ تا ۱۴سانتی‌متر و ۸۰ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک کمتر از ۱۰ سانتی‌متر داشتند (جدول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، MCC605 با ۳۱ سانتی‌متر و بقای ۸۰ درصد بیشترین ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک را دارا بود (جدول ۲). بررسی ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در دامنه‌های مختلف بقاء نشان داد که در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد متوسط ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک حدود ۱۳ سانتی‌متر بود و در دامنه بقای ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد متوسط ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک به ترتیب ۱۱ و ۷ سانتی‌متر بود. کاهش درصد بقاء از ۵۰ درصد موجب کاهش متوسط ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک گردید. همبستگی بین صفات نیز نشان داد که درصد بقاء و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۴۹**) با یکدیگر می‌باشند (جدول ۶).

یکی از بیشترین هزینه‌های صرف‌شده برای تولید نخود مربوط به برداشت آن می‌باشد. با افزایش ارتفاع بوته به‌ویژه ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، امکان برداشت مکانیزه نخود توسط کمباین فراهم شده و لذا از هزینه‌های فراوان کارگری کاسته می‌شود. با توجه به این‌که در کشت پاییزه (در صورت استفاده از ژنوتیپ‌ها و ارقام متحمل به سرما) طول دوره رشد گیاه افزایش می‌یابد و گیاه فرصت بیشتری دارد تا از منابع استفاده نموده و فتوسنتز بیشتر و به دنبال آن تولید بیشتر، امکان افزایش ارتفاع گیاه را فراهم خواهد کرد که می‌تواند به برداشت مکانیزه آن کمک کند. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری (r = ۰/۷۷**) بین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک مشاهده شد (جدول ۶). در مطالعات پیشین بیان شده است که گستره ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در بین ژنوتیپ‌های نخود بسیار متغیر است. به‌طوری‌که اختلاف بین کمترین و بیشترین آن حدود ۲۵ سانتی‌متر بود. حدود ۳۳ درصد از ژنوتیپ‌ها در این آزمایش، به‌دلیل پخش و پراکنش بوته غلاف‌ها روی سطح خاک دارای غلاف‌های هم‌سطح با خاک بودند و ۱۳ درصد دارای ارتفاع اولین غلاف بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر از سطح خاک بودند (Nezami *et al*., 2010). در مطالعه حاضر نیز تنوع فراوانی از نظر ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک مشاهده شد، به‌طوری‌که تعداد ۲۱ ژنوتیپ دارای ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر و ۴۷ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر بودند که نشان‌دهنده قابلیت برداشت مکانیزه در شرایط کشت پاییزه می‌باشد (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵).

جدول ۳- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ درصد

Table 3. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 51 to 75%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
104	75	33	37	9	2	258	84	112	47	15	180	74	41
607	75	30	40	14	2	158	95	85	44	18	1007	514	51
648	75	52	52	20	2	111	95	83	36	22	345	126	36
754	75	18	39	11	6	276	82	115	51	20	912	338	37
911	75	33	65	12	2	225	89	118	61	20	998	491	49
205	74	51	51	10	4	99	81	67	22	22	620	195	32
199	74	64	64	20	3	123	91	65	33	18	1053	509	48
370	74	56	56	15	2	168	93	72	32	17	400	146	36
410	74	20	51	11	2	117	87	60	24	17	215	87	40
920	73	25	25	5	1	33	70	15	9	13	10	6	60
576	73	26	54	12	2	279	86	120	62	16	642	322	50
602	72	31	55	14	4	174	85	123	39	21	720	233	32
819	72	43	66	17	2	249	93	123	54	19	675	277	41
309	72	32	56	17	5	275	85	132	57	18	740	287	39
613	71	45	65	20	2	361	92	157	82	17	927	459	50
672	70	43	52	19	3	190	92	93	37	15	755	301	40
845	70	58	58	12	3	220	95	127	46	20	690	263	38
666	69	49	49	17	2	85	86	48	21	14	647	264	41
430	69	26	40	12	3	225	83	62	32	10	313	135	43
931	68	41	41	12	3	210	89	93	45	20	553	239	43
937	68	42	42	13	2	104	88	35	18	13	35	18	51
155	68	33	48	12	4	268	78	150	60	18	430	143	33
829	67	55	55	16	2	114	88	65	26	17	500	190	38
678	67	32	43	14	1	53	84	38	14	12	192	61	32
612	67	34	34	10	1	25	92	15	7	13	5	2	46
663	67	35	64	20	3	172	85	85	37	17	747	294	39
922	66	43	46	14	1	281	73	118	54	12	758	331	44
452	66	42	42	14	2	250	91	103	49	31	328	156	48
196	66	34	46	12	4	179	88	92	42	14	330	189	57
203	66	42	42	13	3	45	88	25	13	24	652	277	43
901	65	39	39	15	2	124	84	58	31	21	923	421	46
900	65	30	51	12	2	131	83	82	39	24	633	299	47
377	65	36	46	9	2	39	72	38	10	17	135	30	23
918	65	59	59	14	3	125	78	70	31	17	1150	421	37
677	64	35	47	13	1	116	91	58	28	19	722	295	41
686	64	33	46	9	2	162	76	58	27	15	290	91	31
831	64	59	59	15	2	162	93	88	39	19	630	263	42
600	64	18	33	9	2	200	90	52	31	12	873	435	50
320	63	40	40	8	2	169	90	75	33	16	405	163	40
914	63	43	43	16	4	219	90	100	48	11	850	358	42
122	63	30	34	7	3	153	91	83	47	21	525	281	53
45	63	28	50	10	2	126	89	62	28	15	178	28	16
349	62	39	41	10	2	96	85	46	23	17	256	118	46
294	61	47	54	13	2	172	93	103	39	13	428	169	40
280	60	39	57	10	1	227	91	90	41	12	165	75	45
709	60	53	53	18	1	190	85	75	38	14	313	142	45
96	60	34	41	8	1	90	90	53	27	41	190	90	47
870	60	38	38	12	2	137	88	76	38	18	259	121	47
195	59	56	56	20	5	125	84	42	18	7	728	265	36
246	59	40	40	7	2	70	86	38	20	27	338	163	48
629	59	36	50	19	2	137	93	82	36	18	415	142	34
121	58	32	36	8	1	134	88	52	25	15	158	78	50
752	58	8	32	9	7	108	80	45	23	22	447	197	44
41	57	35	54	8	3	272	91	162	76	17	303	136	45
386	57	39	39	8	2	130	87	79	41	23	146	76	52
265	57	31	38	11	3	144	84	70	34	22	185	84	46
148	56	42	46	10	2	241	76	92	38	13	440	208	47
567	56	44	60	14	1	116	89	72	28	18	372	148	40
428	56	41	49	14	2	191	82	95	43	19	300	123	41
930	55	42	42	12	2	93	95	53	32	22	522	262	50
40	55	46	63	15	2	223	85	95	46	16	825	370	45
39	55	38	57	11	2	187	84	83	41	15	377	174	46
179	54	25	32	10	1	68	91	30	18	14	125	68	54
405	54	56	56	16	5	127	88	80	35	18	675	271	40

34	54	36	51	15	3	188	83	83	34	14	337	141	42
603	54	45	45	14	3	299	85	98	46	14	868	346	40
509	54	30	33	7	2	92	88	40	18	13	52	25	48
917	53	41	41	24	1	124	84	48	22	11	455	186	41
157	53	32	43	16	2	157	85	92	36	17	362	133	37
826	53	43	51	16	2	249	88	117	54	17	288	124	43
20	53	37	57	12	2	212	91	122	48	14	518	215	42
661	53	48	36	23	3	94	77	58	22	15	748	219	29
718	53	25	45	16	4	168	97	80	46	21	560	299	53
391	52	51	51	10	4	164	90	107	47	19	403	177	44
136	51	36	52	15	4	285	88	142	72	18	305	148	49
$LSD_{(0.05)}$	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (٪)، B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (٪)، H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن۱۰۰دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (٪)، LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. $Plant^{-1}$, G: Filled pod (%), H: Biomass ($g.plant^{-1}$), J: Grain ($g.plant^{-1}$) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield ($g.m^{-2}$), M: Grain yield ($g.m^{-2}$), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

تعداد شاخه در بوته، تعداد کل غلاف و درصد غلاف بارور

در میان ژنوتیپ‌های مختلف MCC751 با هشت شاخه در بوته و بقای ۸۱ درصد دارای بیشترین مقدار این ویژگی بود (جدول ۲). یافته‌های حاصل از این پژوهش بیانگر آن بود که با افزایش دامنه بقاء تعداد شاخه در بوته افزایش یافت. این افزایش به نحوی بود که دامنه بقای ۰ تا ۲۵ تا ۲۶ تا ۵۰ تعداد یک شاخه در بوته، از ۲۶ تا ۵۰ تا ۵۱ تا ۷۵ درصد تعداد ۰/۴۱شاخه و از ۵۱ تا ۷۵ تا ۷۶ تا ۱۰۰ درصد تعداد ۰/۴۹شاخه در بوته افزایش یافت. در این راستا همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۴۸**) بین درصد بقاء و تعداد شاخه در بوته مشاهده شد (جدول ۶).

ژنوتیپ MCC615 با ۴۷۸ غلاف در بوته دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود (جدول ۵). تعداد غلاف در بوته در دو دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۰ تا ۷۵ درصد بالاتر از سایر دامنه‌های درصد بقاء بود. متوسط تعداد غلاف در بوته در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ نسبت به دامنه‌های بقا ۲۶ تا ۵۰ درصد و صفر تا ۲۵ درصد به ترتیب ۱۱ و ۶۷ غلاف در بوته و در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ درصد نسبت به دامنه‌های بقاء ۲۶ تا ۵۰ درصد و صفر تا ۲۵ درصد به ترتیب ۱۷ و ۷۳ غلاف در بوته بیشتری داشت. به‌طورکلی، در تمامی دامنه‌های بقاء به‌ویژه در دامنه بقاهای بالا در این مطالعه تعداد غلاف در بوته بالا بود (جداول۲، ۳، ۴ و ۵). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد بقاء و تعداد غلاف در بوته نیز تأییدکننده این مطلب می‌باشد (جدول ۶).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ MCC718 با ۹۷ درصد و ژنوتیپ‌های MCC335، MCC584، MCC714 و MCC895 با ۹۶ درصد بیشترین درصد باروری غلاف را دارا بودند (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵). بررسی درصد غلاف‌ها بارور در دامنه‌های مختلف بقاء نشان داد که تا دامنه بقای ۲۶ تا ۵۰ درصد، بالای ۸۴ درصد غلاف‌ها بارور بودند و دامنه‌های بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ به ترتیب ۸۶ و ۸۷ درصد غلاف بارور داشتند. از طرفی همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۵۲**) بین درصد بقاء و درصد غلاف بارور تائیدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۶).

تعداد شاخه در بوته همراه با تعداد غلاف در بوته و درصد غلاف بارور از اجزای مهم عملکرد در نخود هستند. با افزایش تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد. همبستگی بین درصد غلاف بارور و تعداد شاخه در بوته (r=۰/۵۲**) و تعداد غلاف در بوته (r=۰/۵۲**) مثبت و معنی‌دار بود که تأییدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۶). در کشت پاییزه به‌دلیل عدم برخورد مرحله گلدهی گیاه با دمای بالا تعداد بیشتری از گل‌ها تبدیل به غلاف شده (درواقع به دلیل عدم برخورد زمان گرده‌افشانی این گیاهان به گرمای زودرس بهاره و گرده‌افشانی در آب‌وهوای مساعد) و به‌دلیل طول دوره رشد بیشتر گیاه، درصد بیشتری از غلاف‌ها پر می‌شوند. طول دوره رشد بر تعداد غلاف، مؤثر می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش طول دوره رشد، مرحلهٔ غلاف‌دهی تا پرشدن دانه، طولانی‌تر شده و درنتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد (Nezami *et al*., 2010). نامبردگان همچنین اظهار داشتند، افزایش طول دوره رشد رویشی و زایشی در بوته‌ها با افزایش تعداد و طول شاخه‌ها، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته می‌گردد. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد غلاف بارور با طول شاخه اصلی (r=۰/۸۱**)، تعداد شاخه در بوته (r=۰/۴۴**) و تعداد غلاف در بوته (r=۰/۵۱**) مشاهده شد (جدول ۶). بررسی اثر تاریخ‌های کاشت پاییزه، انتظاری، بهاری و تأخیری روی نخود نشان داد با افزایش طول دوره رشد ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد گره، تعداد ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف‌های دو دانه‌ای و پوک، تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته افزایش یافت (Rezvanimoghadam & Sadeghisamarjan, 2007).

جدول ۴- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۲۶ تا ۵۰ درصد

Table 4. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 26 to 50%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
873	50	35	41	10	2	169	79	115	40	19	400	166	42
151	50	54	54	21	2	123	93	90	40	24	717	294	41
328	50	33	45	6	2	222	92	105	43	17	467	197	42
379	50	20	25	6	1	46	78	25	8	6	8	3	33
424	50	24	42	16	2	28	68	28	9	16	63	19	30
838	50	43	53	13	3	151	77	73	26	17	460	179	39
101	49	41	44	7	1	80	83	45	20	13	288	116	40
913	49	57	57	22	5	225	93	105	56	15	908	433	48
346	48	38	38	13	1	175	90	60	31	11	40	21	51
376	48	41	48	14	2	156	88	70	28	13	325	88	27
940	48	30	34	14	3	111	86	40	21	14	507	227	45
59	47	52	57	13	3	160	90	173	65	22	247	65	26
916	47	32	54	14	2	305	77	148	69	13	580	258	45
690	47	39	39	12	1	207	70	67	32	12	370	135	37
505	46	33	42	12	2	99	81	39	17	19	133	54	40
606	46	37	44	14	3	152	89	92	44	25	375	151	40
88	46	27	44	8	3	122	78	82	35	38	143	62	43
667	44	39	52	13	2	156	92	83	34	13	167	64	38
891	43	27	39	7	2	159	81	68	34	11	345	161	47
125	43	33	52	10	2	204	87	95	45	23	237	108	46
633	42	34	42	17	2	59	84	30	12	11	32	11	35
416	41	21	47	12	1	137	93	65	35	19	205	95	46
431	41	38	44	14	2	132	90	52	23	11	143	57	40
437	41	35	35	14	1	109	95	52	20	10	97	33	35
236	40	28	40	5	2	200	84	110	38	12	37	13	35
750	40	12	39	6	6	119	81	52	26	21	298	119	40
639	40	30	59	17	2	95	83	50	22	15	137	49	36
868	39	41	44	13	1	204	84	87	40	14	358	147	41
456	39	24	39	8	1	104	94	57	27	15	182	84	46
714	39	29	45	9	2	149	86	63	28	13	358	155	43
325	39	36	36	9	2	147	96	65	33	17	275	126	46
553	38	28	40	11	2	41	84	30	13	18	187	70	37
897	37	39	53	11	2	153	82	73	49	25	398	212	53
394	37	40	48	11	3	177	87	92	42	19	340	139	41
256	37	28	33	7	1	40	82	17	10	14	48	27	56
924	37	31	45	12	1	310	79	148	70	18	478	227	47
872	36	23	39	9	3	379	80	125	64	14	267	134	50
10	35	34	35	13	5	193	83	177	35	17	498	171	34
634	35	36	46	12	1	126	68	65	21	10	148	48	32
614	34	29	41	15	1	176	86	83	39	14	298	125	42
680	34	28	41	12	2	150	74	68	29	18	192	62	32
408	33	37	49	10	1	56	72	37	17	8	58	24	41
608	33	17	30	8	2	73	86	38	17	17	25	12	46
817	33	42	51	17	2	171	88	107	36	18	357	119	33
935	33	19	50	11	2	179	84	102	50	23	260	134	52
382	32	32	39	13	1	90	80	42	18	24	55	28	52
601	32	20	39	10	2	161	84	47	41	9	113	67	60
584	32	49	49	14	2	164	96	110	56	25	325	159	49
411	31	19	33	12	1	82	85	43	17	11	47	20	43
18	30	34	41	11	3	234	53	107	48	16	163	71	44
177	30	27	40	13	3	216	87	60	32	12	187	76	41
554	30	23	43	6	2	168	78	87	36	15	140	56	40
548	30	17	31	8	1	192	90	60	32	10	122	62	51
540	29	29	42	13	2	98	90	43	21	18	148	64	43
355	29	37	37	8	1	209	96	90	49	22	90	49	54
401	28	35	35	12	3	90	74	62	27	18	255	114	45
4	28	39	38	16	4	106	92	57	26	35	345	149	43
235	27	32	44	11	2	123	81	58	28	17	58	28	49
631	26	35	45	5	2	100	94	40	19	11	27	13	48
418	26	17	39	6	2	48	80	30	13	21	20	9	43
585	26	24	39	7	1	206	78	70	36	18	70	36	51
$LSD_{(0.05)}$	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (٪)، B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولـین غـلاف (سـانتی‌متـر)، E: تعـداد شـاخه در بوتـه، F: تعـداد غـلاف در بوتـه، G: غـلاف بـارور (٪)، H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (٪)، LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. $Plant^{-1}$, G: Filled pod (%), H: Biomass ($g.plant^{-1}$), J: Grain ($g.plant^{-1}$) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield ($g.m^{-2}$), M: Grain yield ($g.m^{-2}$), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

وزن خشک در بوته، وزن دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه

در میان ژنوتیپ‌های موردمطالعه MCC404 با بقای ۲۲درصد دارای بیشترین وزن خشک در بوته و وزن دانه در بوته بود (جدول ۵). بررسی متوسط وزن خشک در بوته در دامنه‌های مختلف درصد بقا نشان داد که بیشترین متوسط وزن خشک در تک بوته به ترتیب در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ و ۷۶ تا ۱۰۰ درصد به دست آمد و دامنه بقای صفر تا ۲۵ کمترین متوسط وزن خشک در تک بوته را دارا بودند. از طرفی همبستگی بین درصد بقاء و وزن خشک در بوته مثبت و معنی‌دار بود (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵).

متوسط وزن دانه در بوته در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ درصد بیشتر از سایر دامنه‌های بقاء بود به نحوی که نسبت به دامنه‌های بقای ۷۶ تا ۱۰۰، ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد به ترتیب دو، چهار و هشت گرم در بوته دانه بیشتری تولید گردید.

متوسط وزن۱۰۰دانه با کاهش درصد بقاء در دامنه‌های مختلف کاهش یافت، به‌طوری‌که در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰، بیشترین و در دامنه بقای ۰ تا ۲۵ درصد کمترین متوسط وزن۱۰۰دانه حاصل شد. به‌طورکلی وزن۱۰۰دانه در نخود تیپ دسی کمتر از تیپ کابلی است. در این مطالعه نیز متوسط وزن۱۰۰دانه کمتر از ۲۰ گرم بود (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد بقاء و وزن۱۰۰دانه (r=۰/۴۴**) مشاهده شد (جدول ۶).

احتمالاً یکی از دلایل افزایش وزن۱۰۰دانه در تاریخ‌های کشت زمستانه استقرار سریع‌تر بوته‌ها در کشت پاییزه و افزایش فرصت ماده‌سازی برای این گیاهان و همچنین، عدم برخورد با تنش خشکی آخر فصل می‌باشد. با توجه به این که عملکرد دانه مطلوب وابستگی بسیاری به رشد رویشی بهینه و مقادیر اجزای عملکرد دانه دارد، هر عاملی که سبب افت این عوامل گردد، در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی خواهد داشت. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن۱۰۰دانه و ارتفاع بوته (r=۰/۵۲**) و تعداد شاخه در بوته (r=۰/۴۶**) مشاهده شد که نشان‌دهنده تأثیر رشد مناسب بر وزن۱۰۰دانه بود (جدول ۶). مطالعات پیشین نشان داد که عملکرد دانه نخود در کاشت پاییزه بیشتر بود. پژوهشگران اظهار داشتند که برتری کاشت پاییزه عمدتاً به انطباق فنولوژی گیاه زراعی با رژیم رطوبتی و حرارتی مناسب مربوط است (Mousavi & Ahmadi, 2009).

زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت

در بررسی صفات مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌های نخود دسی متحمل به سرما مشاهده شد که بیشترین میزان زیست‌توده در ژنوتیپ‌های MCC194، MCC605، MCC607، MCC199 و MCC918 به دست آمد (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵). در دامنه‌های مختلف بقاء با کاهش درصد بقاء متوسط زیست‌توده تولیدی کاهش یافت، به‌طوری‌که در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد بیشترین متوسط زیست‌توده مشاهده شد که نسبت به دامنه‌های بقاء ۵۱ تا ۷۵، ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵درصد به ترتیب ۲۷ درصد، ۲/۶ و ۹/۴ برابر بیشتر بود (شکل ۵). همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۶۹**) بین درصد بقاء و زیست‌توده نیز تأییدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۶).

در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح در ژنوتیپ MCC605 مشاهده شد (جدول ۴). در دامنه‌های مختلف بقاء، با کاهش درصد بقاء، عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافت، به‌طوری‌که متوسط عملکرد دانه در واحد سطح در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد با ۲۵۷ گرم در مترمربع به دست آمد که نسبت به دامنه‌های بقاء ۵۱ تا ۷۵، ۲۶ تا ۵۰ و ۲۰ تا ۲۵ درصد به ترتیب ۲۴ درصد، ۲/۵ و ۸/۶برابر بیشتر بود. در این ارتباط همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۶۵**) بین درصد بقاء و عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۶).

بررسی وضعیت شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های نخود دسی مورد مطالعه نشان داد که ژنوتیپ MCC335 با ۶۸درصد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۵). در دامنه‌های بقاء ۷۶ تا ۱۰۰، ۵۱ تا ۷۵ و ۲۶ تا ۵۰ درصد تفاوت چندانی در متوسط شاخص برداشت مشاهده نشد، اما با کاهش دامنه بقاء به ۲۵-۰ درصد متوسط شاخص برداشت به‌شدت کاهش یافت.

به نظر می‌رسد همان‌طور که کشت زودتر سبب افزایش ویژگی‌های ارتفاع بوته و تعداد شاخه اصلی نخود شد، افزایش طول دوره رشد نخود در کشت پاییزه و زمستانه عامل بسته شدن سریع‌تر پوشش گیاهی و تولید زیست‌توده بالاتر بوده است که این زیست‌توده بیشتر امکان افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌کند. در این مطالعه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته (r=۰/۵۲**) و تعداد شاخه در بوته (r=۰/۴۸**) مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به افزایش عملکرد دانه در کشت پاییزه به نظر می‌رسد شاخص برداشت نیز تا حدودی بهبود می‌یابد.

جدول ۵- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۰ تا ۲۵ درصد

Table 5. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 0 to 25%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
131	25	23	34	10	1	100	91	53	30	25	63	37	59
335	25	29	29	7	1	209	86	30	7	12	110	75	68
340	25	25	35	9	3	320	93	185	67	16	123	44	36
632	25	31	40	9	1	89	81	40	16	8	50	16	32
364	24	29	29	7	1	128	94	45	25	13	45	25	55
516	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
404	22	49	49	13	6	439	91	210	103	17	362	169	47
406	22	26	38	12	1	106	92	57	27	17	57	27	48
436	22	31	51	11	1	99	81	52	22	15	52	22	43
912	22	40	40	13	2	140	83	80	44	24	197	100	51
448	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
623	21	26	22	9	2	145	86	63	32	10	97	45	47
22	20	26	52	11	3	172	91	83	38	13	55	25	46
890	20	55	55	14	2	114	85	62	30	18	148	66	45
385	19	29	43	19	3	216	73	102	38	12	34	13	37
434	18	36	45	7	2	104	91	50	21	12	33	14	41
536	18	23	38	12	2	170	85	77	37	19	193	90	47
876	18	39	39	9	2	221	88	90	45	15	313	135	43
867	18	44	44	14	1	136	90	67	33	18	227	103	46
389	17	43	45	11	3	129	89	85	37	23	167	74	44
504	17	25	65	6	1	17	71	10	6	13	3	2	60
435	16	22	31	10	1	47	82	28	12	13	28	12	43
425	16	20	20	8	1	12	86	7	6	30	27	16	58
433	15	32	39	12	1	97	87	40	19	21	40	19	46
560	13	20	40	6	1	149	91	65	34	17	23	13	55
237	13	45	45	9	2	118	93	50	20	26	638	260	41
166	12	30	33	15	2	49	87	28	14	20	45	24	52
455	12	29	50	12	2	151	75	83	34	20	147	57	39
16	12	27	32	7	1	18	90	13	6	13	13	6	48
869	12	18	18	8	1	134	69	50	23	14	17	8	46
159	11	28	28	11	2	76	88	32	16	14	32	16	50
609	10	36	46	10	1	204	88	80	33	18	107	46	44
439	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
555	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	9	18	30	6	1	35	91	20	10	12	7	3	51
539	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
710	6	45	45	18	1	91	81	43	20	17	28	14	48
514	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
908	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
515	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
441	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
615	3	20	52	10	2	478	80	160	77	14	53	26	48
189	3	26	34	10	1	162	73	55	28	14	37	19	53
438	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
440	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
534	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
549	0	27	42	9	1	94	75	37	19	17	37	19	52
$LSD_{(0.05)}$	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (٪)، B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (٪)، H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (٪)، LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. $Plant^{-1}$, G: Filled pod (%), H: Biomass ($g.plant^{-1}$), J: Grain ($g.plant^{-1}$) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield ($g.m^{-2}$), M: Grain yield ($g.m^{-2}$), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 6. Correlation coefficient of traits in chickpea genotypes deci types

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
A	1												
B	0.52**	1											
C	0.55**	0.80**	1										
D	0.49**	0.77**	0.74**	1									
E	0.48**	0.31**	0.47**	0.40**	1								
F	0.33**	0.43**	0.57**	0.45**	0.42**	1							
G	0.52**	0.71**	0.81**	0.66**	0.44**	0.51**	1						
H	0.38**	0.51**	0.65**	0.50**	0.49**	0.89**	0.54**	1					
J	0.37**	0.50**	0.63**	0.49**	0.46**	0.92**	0.56**	0.94**	1				
K	0.44**	0.52**	0.60**	0.48**	0.46**	0.32**	0.70**	0.45**	0.47**	1			
L	0.69**	0.55**	0.55**	0.56**	0.53**	0.44**	0.37**	0.47**	0.48**	0.35**	1		
M	0.65**	0.52**	0.52**	0.52**	0.48**	0.45**	0.37**	0.46**	0.50**	0.34**	0.97**	1	
N	0.30**	0.53**	0.63**	0.47**	0.30**	0.46**	0.83**	0.39**	0.48**	0.61**	0.23**	0.32**	1

A: بقاء، B: ارتفاع بوته، C: طول بوته، D: ارتفاع اولین غلاف، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور، H: زیست‌توده، J: دانه، K: وزن۱۰۰دانه، L: عملکرد زیست‌توده، M: عملکرد دانه، N: شاخص برداشت؛ **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

A: Survival, B: Plant height, C: Plant length, D: Lowest pod height, E: Branch No., F: Pod No. Plant^{-1}, G: Filled pod, H: Biomass, J: Grain, K: 100 seed weight, L: Biological yield, M: Grain yield, N: Harvest index;**: Significant at 1% probability level

در این مطالعه شاخص برداشت همبستگی مثبت و بالایی با درصد غلاف بارور (r=۰/۵۲**) داشت (جدول ۶)؛ بنابراین بهبود شرایط رشد موجب افزایش باروری غلاف و بهبود عملکرد و شاخص برداشت خواهد شد. پژوهشگران گزارش کردند که تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت (پاییزه، زمستانه و بهاره) روی ارقام نخود کابلی مشاهده شد که با تأخیر در زمان کاشت و مصادف‌شدن مرحله پرشدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت‌های نسبتاً بالا در انتهای فصل رشد، تولید زیست‌توده و عملکرد دانه نخود به ترتیب به میزان ۶۶ و ۸۹درصد کاهش یافت. بر اساس اظهارنظر این پژوهشگران کاهش عملکرد عمدتاً به دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته و کاهش وزن۱۰۰دانه بوده است (Mousavi & Pezeshkpoor, 2006). در مطالعه حاضر با افزایش درصد بقاء وزن۱۰۰دانه افزایش یافت و همبستگی مثبتی با عملکرد دانه در واحد سطح داشت (جدول ۶).

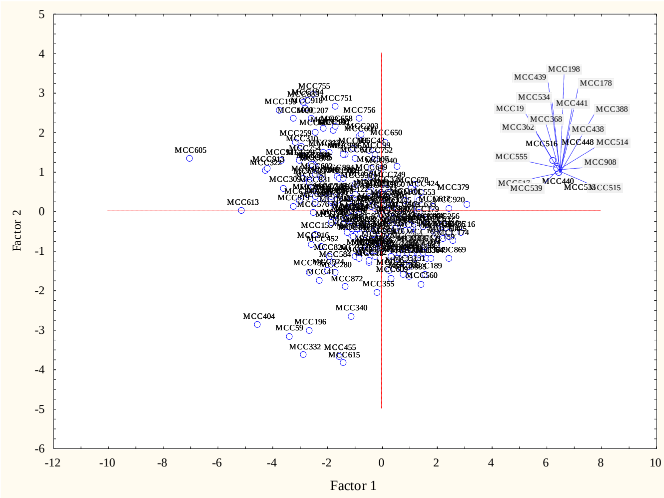
ضرایب عامل‌ها بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد گردید (جدول ۷). عامل اول حدود ۵۱/۲۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد که شامل تمامی صفات مورد مطالعه بود. عامل دوم و سوم به ترتیب ۱۱/۳۷ و ۹/۹۵ درصد تغییرات را توجیه کردند (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه به عامل‌ها برای ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 7. Factor analysis for chickpea genotypes

Traits	صفات	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Survival	بقاء	<u>-0.706</u>	0.423	0.072
Plant height	ارتفاع بوته	<u>-0.870</u>	-0.033	0.243
Plant length	طول بوته	<u>-0.766</u>	-0.049	0.337
Lowest pod height	ارتفاع اولین غلاف	<u>-0.764</u>	0.043	0.311
Branch No.	تعداد شاخه در بوته	<u>-0.641</u>	0.186	-0.111
Pod No. plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته	<u>-0.738</u>	-0.318	-0.513
Filled pod	غلاف بارور	<u>-0.535</u>	-0.335	0.446
Biomass. plant^{-1}	زیست‌توده در بوته	<u>-0.798</u>	-0.307	-0.388
Grain. plant^{-1}	دانه در بوته	<u>-0.729</u>	-0.387	-0.429
100 seed weight	وزن۱۰۰دانه	<u>-0.663</u>	-0.121	0.349
Biological yield	عملکرد زیست‌توده	<u>-0.752</u>	0.593	-0.147
Grain yield	عملکرد دانه	<u>-0.747</u>	0.528	-0.184
Harvest index	شاخص برداشت	<u>-0.512</u>	-0.397	0.179
Eigen value %	ویژه مقادیر	6.658	1.478	1.293
Cumulative variance (%)	تجمعی سهم درصد	51.22	62.59	72.54

با توجه به این که دو عامل اصلی اول و دوم به‌ویژه عامل اول بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند، تمامی صفات برای به‌دست‌آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد (شکل ۳). بر این اساس، ژنوتیپ‌های MCC19، MCC178، MCC198، MCC362، MCC368، MCC388، MCC438، MCC439، MCC440، MCC441، MCC448، MCC514، MCC515، MCC516، MCC517، MCC534، MCC535، MCC539، MCC555، MCC908 از نظر عامل‌های اول و دوم به‌عنوان ژنوتیپ‌های با تحمل بالا به تنش سرما معرفی شدند (شکل ۳).



شکل ۳- پراکنش ژنوتیپ‌های نخود دسی بر اساس دو عامل اصلی اول و دوم

Fig. 3. Distribution of chickpea genotypes on the basis of the first and the second components

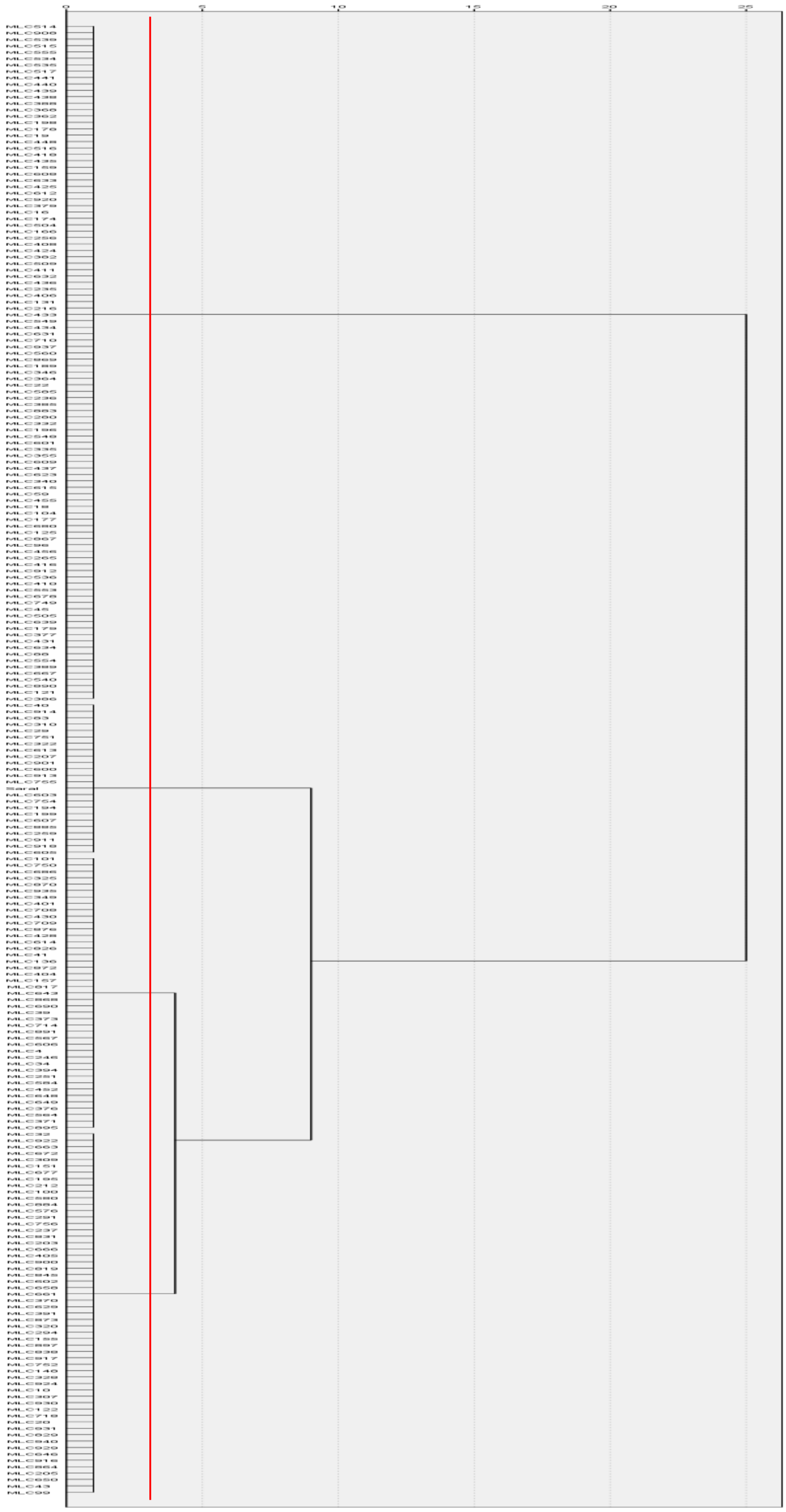
به‌منظور تعیین میزان قرابت ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آنها بر مبنای صفات مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود دسی در شرایط کشت پاییزه در مزرعه نشان داد که ۲۳۰ ژنوتیپ موردبررسی به چهار گروه تقسیم‌بندی شدند (شکل ۴). گروه‌های چهارگانه به ترتیب شامل ۱۰۶، ۲۴، ۴۳ و ۵۷ ژنوتیپ بودند.

به‌منظور تأیید تفاوت بین گروه‌ها، تجزیه واریانس چندمتغیره بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل برای صفات موردنظر انجام شد، به‌طوری‌که گروه‌ها به‌عنوان تیمار و ژنوتیپ‌های داخل گروه‌ها به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شدند که در آن، آماره ویلکس لامبدا (Wilks' Lambda) در هر سه متغیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸)؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت بین بردار میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. به‌این‌ترتیب، ژنوتیپ‌های قرارگرفته در درون گروه‌ها نسبت به ژنوتیپ‌های قرارگرفته در گروه‌های متفاوت ازنظر صفات موردبررسی، شباهت بیشتری با هم داشته و گروه‌بندی، به‌طور صحیح انجام شده است.

به‌منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های به‌دست‌آمده از روش تجزیه خوشه‌ای، از تابع تشخیص استفاده گردید (جدول۹). نتایج تجزیه تابع تشخیص نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌ها به‌طور صحیح گروه‌بندی شده‌اند و میزان موفقیت تابع تشخیص، در گروه‌های یک تا چهار به ترتیب ۸۷/۷، ۶۹/۵، ۴۶/۵ و ۶۸/۴ درصد ژنوتیپ‌ها در گروه خود قرار گرفته‌اند.

در تجزیه تابع تشخیص کانونیکی، متغیر اول کانونیک مقدار ویژه بالاتر از یک داشت و ۷۴/۷ درصد واریانس موجود را تبیین کرد که می‌تواند به‌عنوان معیاری مطمئن جهت انتساب ارقام جدید به گروه صحیح مورداستفاده قرار گیرد (جدول ۱۰). هر متغیر کانونیکی، ترکیب خطی مجموعه متغیرهای پیش‌بینی‌کننده و متغیرهای مجموعه اندازه‌گیری‌شده را محاسبه می‌کند (Vaylay & Van Santen, 2002).

همبستگی کانونیکی بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها با اولین متغیر کانونیک (R=۰/۷۴**) وجود داشت که نشان‌دهنده این است که این متغیر کانونیک تفاوت بین ژنوتیپ‌ها را به‌خوبی توجیه می‌کند (جدول ۱۰).



شکل ۴- دندوگرام مربوط به گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود دسی با استفاده از صفات موردمطالعه

Fig.4. Classifying dendrogram in chickpea genotype based on studied traits

جدول ۸- تجزیه واریانس چندمتغیره بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل، آمارهٔ ویلکس لامبدا در ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 8. Analysis varation of multi variables based on unbalanced completely randomized design (CRD) Wilks' Lambda in Chickpea genotype

Function	df	Wilks' Lambda	Chi-square	Probability level
1	39	0.312	257	0.000
2	24	0.692	81.1	0.000
3	11	0.907	21.5	0.028

جدول ۹- نتایج تابع تشخیص برای صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 9. The results of discriminant function for clustering validity of chickpea genotypes

Group		Group Membership				Total
		1	2	3	4	
Total	1	93	4	7	2	106
	2	4	15	0	5	24
	3	16	0	20	7	43
	4	7	6	5	39	57
Percent	1	**87.7**	3.8	6.6	1.9	100.0
	2	16.7	**62.5**	0.0	20.8	100.0
	3	37.2	0.0	**46.5**	16.3	100.0
	4	12.3	10.5	8.8	**68.4**	100.0

72.6% of original grouped cases correctly classified.

ضرایب استانداردشده کانونیکی تمامی صفات به‌جز درصد غلاف بارور، وزن دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه و شاخص برداشت در معادله اول تشخیصی کانونیکی قابل‌توجه بود (جدول ۱۰). این نتایج نشان می‌دهد که این صفات بیشترین تأثیر را در تنوع بین ژنوتیپ‌ها دارند. در ادامه از متغیرهای کانونیکی معنی‌دار اول و دوم برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده شد (شکل ۵). با توجه به شکل ۵، ژنوتیپ‌های نخود دسی در چهار دسته گروه‌بندی شدند و در هر گروه تنوع ژنتیکی درون‌گروهی کمی نسبت به تنوع ژنتیکی بین گروهی مشاهده شد.

جدول ۱۰- ضرایب استاندارد کانونیکی صفات اندازه‌گیری‌شده در ژنوتیپ‌های نخود دسی

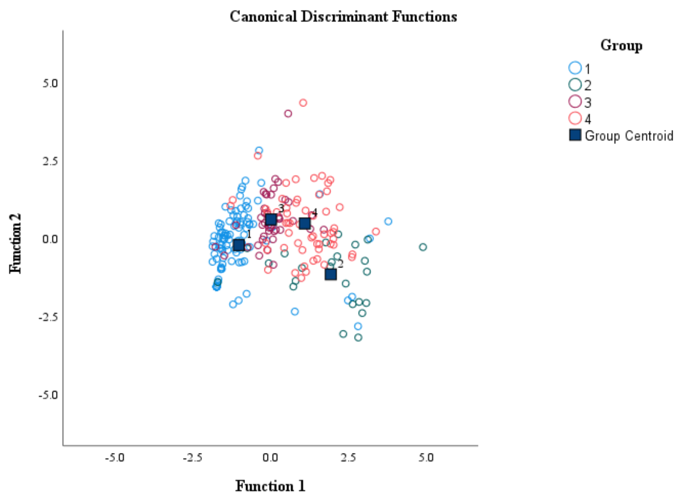
Table 10. Standardized canonical discriminant function coefficients measured groups in chickpea genotypes

Traits	صفات	Canonical Function		
		1	2	3
Survival	بقاء	0.182*	0.496	0.408
Plant height	ارتفاع بوته	-0.230*	0.132	-0.171
Plant length	طول بوته	0.238*	0.403	0.198
Lowest pod height	ارتفاع اولین غلاف	-0.008*	-0.233	0.583
Branch No.	تعداد شاخه در بوته	0.173*	-0.137	0.409
Pod No. $plant^{-1}$	تعداد غلاف در بوته	0.118*	-0.161	0.605
Filled pod	غلاف بارور	-0.084	-0.255*	-0.176
Biomass. $plant^{-1}$	زیست‌توده در بوته	0.102*	0.500	-0.620
Grain. $plant^{-1}$	دانه در بوته	-0.139	0.063	0.272*
100 seed weight	وزن۱۰۰دانه	-0.081	-0.100	0.650*
Biological yield	عملکرد زیست‌توده	0.791*	1.998	-3.028
Grain yield	عملکرد دانه	0.058*	-2.704	2.412
Harvest index	شاخص برداشت	-0.090	0.295	-1.103*
Eigen value	ویژه مقادیر	1.218	0.310	0.102
Cumulative %	تجمعی سهم درصد	74.7	93.7	100
Canonical Correlation	کانونیکی همبستگی	0.741*	0.486*	0.305*

*: بالاترین همبستگی مشاهده‌شده بین هر صفت و متغیر کانونیکی

*: Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

همان‌طور که در کل مشاهده می‌شود، کمترین فاصله بین گروه‌های سوم و چهارم و بیشترین فاصله بین گروه‌های اول و دوم مشاهده گردید (شکل ۵). درواقع ژنوتیپ‌های هر گروه فاصله ژنتیکی کمی با یکدیگر دارند. با توجه به این که گروه‌های سوم و چهارم فاصله ژنتیکی کمی با یکدیگر دارند، می‌توان از آنها در برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور ایجاد ژنوتیپ‌های جدید و به‌گزینی برای تحمل به شوری استفاده کرد.



شکل ۵- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود دسی بر اساس متغیرهای کانونیک معنی‌دار تحت تنش شوری

Fig. 5. Cluster grouping of chickpea genotypes based on significant canonical variable

به‌منظور بررسی دقیق‌تر گروه‌ها برای هر یک از صفات موردمطالعه به‌صورت جداگانه تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام شد (جدول ۱۱). بر اساس نتایج تجزیه واریانس به‌جز صفات درصد غلاف بارور و شاخص برداشت در کلیه صفات موردمطالعه بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۱). مقایسه میانگین گروه‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن برای درصد بقاء نشان داد که ژنوتیپ‌های گروه دوم بیشترین میانگین را دارا بود و پس‌ازآن، گروه چهارم در رتبه بعدی قرار گرفت تفاوت میانگین این دو گروه با میانگین کل به ترتیب ۱۷/۷ و ۱۶/۴ درصد بود (جدول ۱۲).

جدول ۱۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) گروه‌ها بر اساس صفات موردمطالعه در نخود دسی

Table 11. Analysis of variance (mean square) based on measured groups in ckickpea genotypes

Traits	صفات	Between groups	Within groups
df	درجه آزادی	3	226
Survival	بقاء	17366**	489**
Plant height	ارتفاع بوته	3425**	194**
Plant length	طول بوته	3059**	172**
Lowest pod height	ارتفاع اولین غلاف	352**	22**
Branch No.	تعداد شاخه در بوته	28.8**	1.52**
Pod No. plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته	76043**	6259**
Filled pod	غلاف بارور	2507^{ns}	1817^{ns}
Biomass. plant^{-1}	زیست‌توده در بوته	19741**	1333**
Grain. plant^{-1}	دانه در بوته	2996**	395**
100 seed weight	وزن ۱۰۰دانه	343**	46.4**
Biological yield	عملکرد زیست‌توده	33539502**	395263**
Grain yield	عملکرد دانه	6079467**	82568**
Harvest index	شاخص برداشت	148^{ns}	409^{ns}

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: No significant and probability level of 1%, respectively

جدول ۱۲- مقایسه میانگین و انحراف معیار صفات گروه‌ها در صفات موردبررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 12. Cluster analysis in chickpea genotypes

Traits	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4		Total average	
Number of genotype	106		24		43		57		230	
A	32.1^{c}	±23.9	65.7^{a}	±22.2	55.5^{b}	±23.5	64.4^{ab}	±16.9	48.0	±26.6
B	32.9^{b}	±17.6	46.2^{a}	±14.1	44.1^{a}	±8.70	47.6^{a}	±8.10	40.0	±15.4
C	26.0^{b}	±14.7	37.1^{a}	±16.1	37.3^{a}	±9.97	40.1^{a}	±10.5	32.8	±14.5
D	8.80^{b}	±4.90	13.8^{a}	±6.50	12.6^{a}	±3.40	13.1^{a}	±4.30	11.1	±5.20
E	1.50^{c}	±0.98	3.10^{a}	±1.60	2.40^{b}	±1.30	2.70^{ab}	±1.40	2.10	±1.40
F	108^{b}	±83.5	182^{a}	±87.1	164^{a}	±69.4	170^{a}	±73.91	141	±84.7
G	75.9^{a}	±58.4	83.7^{a}	±18.4	85.3^{a}	±6.3	89.3^{a}	±27.71	81.8	±42.7
H	51.0^{b}	±38.5	82.4^{a}	±38.8	79.9^{a}	±33.6	85.6^{a}	±33.7	68.3	±39.7
J	25.2^{b}	±23.4	40.7^{a}	±18.5	36.9^{a}	±16.4	36.7^{a}	±15.1	31.9	±20.7
K	13.5^{b}	±8.40	17.7^{a}	±5.90	18.4^{a}	±5.40	17.2^{a}	±4.30	15.8	±7.10
L	420^{d}	±659	2279^{a}	±921	972^{c}	±350	1672^{b}	±583	1027	±912
M	195^{d}	±305	1045^{a}	±439	395^{c}	±154	670^{b}	±248	439	±401
N	39.3^{a}	±28.4	43.9^{a}	±10.2	41.2^{a}	±7.40	40.9^{a}	±7.60	40.5	±20.1

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (٪)، B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (٪)، H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (٪)

در هر ردیف، مقادیری که حروف مشترکی با یکدیگر ندارند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. plant^{-1}, G: Filled pod (%), H: Biomass (g.plant^{-1}), J: Grain (g.plant^{-1}) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield (g.m^{-2}), M: Grain yield (g.m^{-2}), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference; Means by the uncommon letter in each row are significantly different according to Duncan's multiple range tests (5%).

ازنظر ارتفاع بوته، سه گروه دوم، سوم و چهارم نسبت به گروه اول از ارتفاع بوته بالاتری برخوردار بودند و در این میان گروه چهارم بیشترین ارتفاع بوته را با ۴۷/۶ سانتی‌متر به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌های گروه دوم ازنظر عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه نسبت به ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها برتر بودند و نسبت به میانگین کل به ترتیب ۱۲۵۲ و ۶۰۶ گرم در مترمربع تولید بیشتری داشتند. پس از آن، ژنوتیپ‌های گروه چهارم نسبت به ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها برتر بود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در میان ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی موردمطالعه در شرایط کشت پاییزه باوجود دمای ۱۲- درجه سلسیوس تنوع بالایی ازنظر تحمل به یخزدگی مشاهده شد، به‌طوری‌که ۳۹ ژنوتیپ بین ۷۶ تا ۱۰۰ درصد تحمل را دارا بودند و از طرفی در همین دامنه بقاء عملکرد دانه در واحد سطح ۲۵۷گرم در مترمربع بود. با توجه به متوسط عملکرد نخود در کشور که حدود ۱۰۰۰ گرم در مترمربع می‌باشد، کشت پاییزه باعث افزایش عملکرد قابل‌توجه گردیده است. همچنین ۲۱ ژنوتیپ دارای ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر بودند که از نظر برداشت مکانیزه بسیار باارزش می‌باشد؛ بنابراین مطالعات تکمیلی در مناطق و سال‌های مختلف جهت ارزیابی سایر صفات زراعی و تحمل به برق‌زدگی این ژنوتیپ‌ها برای معرفی آن‌ها به‌عنوان رقم سودمند خواهد بود.

منابع

1. Andrews, C.J. 1996. How do plants survive ice? Annals of Botany 78: 529-536.
2. Croser, J.S., Clarke, H.J., Siddique, K.H.M., and Khan, T.N. 2003. Low-temperature stress: implications for chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement. Critical Reviews in Plant Sciences 22(2): 185-219.
3. Hossain, Z., Wang, X., Hamel, C., Knight, J. D., Morrison, M. J., and Gan, Y. 2016. Biological nitrogen fixation by pulse crops on semiarid Canadian prairies. Canadian Journal of Plant Science 97(1): 119-131.
4. Huang, Y., Hussain, M.A., Luo, D., Xu, H., Zeng, C., Havlickova, L., Bancroft, I., Tian, Z., Zhang, X., Cheng, Y., and Zou, X. 2020. A Brassica napus reductase gene dissected by associative transcriptomics enhances plant adaption to freezing stress. Frontiers in Plant Science 11: 971.
5. Iran Agriculture Statistics. 2019. Ministry of Agriculture Jihad, Iran. (in Persian).
6. Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., and Chibbar, R.N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. British Journal of Nutrition 108(1): 11-26.
7. Kahraman, A., Ceyhan, E., and Harmankaya, M. 2015. Nutritional variation and drought tolerance in chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Journal of Elementology 20(2): 331-341.

8. Kang, H.M., and Saltveit, M.E. 2001. Activity of enzymatic antioxidant defence systems in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles. Physiologia Plantarum 113: 548-556.
9. Kanouni, H. 2004. Study of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in fall-sown nurseries. Seed and Plant Improvment Journal 20(1): 89-99. (in Persian with English abstract).
10. Knight, H., Trewavas, A.J., and Knight, M.R. 1996. Cold calcium signaling in Arabidopsis involves two cellular pools and a changein calcium signature after acclimation. Plant Cell 8: 489-503.
11. Lang, V., Mantyla, E., Welin, B., Sundberg, B., and Palva, E.T. 1994. Alterations in water status, endogenous abscisic acid content, andexpression of *rab18* gene during the development of freezing tolerance in Arabidopsis thaliana. Plant Physiology 104: 1341-1349.
12. McKersia, B.D., and Leshem, Y.Y. 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. Kluwer Academic publishers, the Netherlands, 256 p.
13. Mousavi S.K., and Pezeshkpoor P. 2006. Evaluation of Kaboli chickpea cultivars by sowing date on yield and its components of chickpea cultivars dryland condition. Journal of Iranian Agronomic Researches 2: 111-128. (in Persian).
14. Mousavi, S.K., and Ahmadi, A. 2009. Response of weed society and their interference with sowing date on lens cultivars in Khoramabad dryland condition. Electronic Journal of Plant Production 2: 111-128. (in Persian).
15. Najib Niya, S., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2008. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes in fall planting. Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 183-192. (in Persian).
16. Nezami, A., and Bagheri, A. 2006. Preliminary study of phenological characteristics, yield components and yield of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in autumn sowing in Mashhad weather conditions. Agricultural Sciences and Technology 20(3): 71-80. (in Persian with English abstract).
17. Nezami, A., Pouramir, F., Momeni, S., Porsa, H., Ganjeali, A., and Bagheri, A. 2010. Evaluation of phenologic, morphologic and yield characteristics of chickpea germplasms in Ferdowsi University of Mashhad Seed BankI. Deci type chickpeas'. Iranian Journal Pulses Research 1(2): 21-36. (in Persian).
18. Nezami, A., Sedaghat-Khahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluating of the fall sowing cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at supplementary irrigation in Mashhad conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 415-423. (in Persian with English abstract).
19. Orvar, B.L., Sangwan, V., Omann, F., and Dhindsa, R.S. 2000. Early steps in cold sensing by plant cells: the role of actin cytoskeleton and membrane fluidity. Plant Journal 23: 785-794.
20. Özdemir, S., and Karadavut, U. 2004. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 27(6): 345-352.
21. Palta, J.P., and Simon, G. 2018. Breeding Potential for Improvement of Freezing Stress Resistance: Genetic Separation of Reezing Tolerance, Freezing Avoidance, and Capacity to Cold Acclimate. In: Advances in Plant Cold Hardiness. CRC Press. p. 299-310.
22. Pearce, R.S., Quarrie, S.A., and Davies, W.J. 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. Plant Growth Regulation 29: 47-76.
23. Rezvani Moghadam, P., and Sadeghisamarjan, R. 2007. Effect of different sowing dates and irrigation on morphological traits and yield of chickpea, ILC3279 cultivar in Neyshaboor condition. Journal of Iranian Agronomic Researches 6: 315-325. (in Persian with English abstract).
24. Shafaei, S.M., Masoumi, A.A., and Roshan, H. 2016. Analysis of water absorption of bean and chickpea during soaking using Peleg model. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 15(2): 135-144.
25. Singh, K.B. 1993. Problems and Prospects of Stress Resistance Breeding in Chickpea. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes, John Wiley & Sons, Chichester. p. 17-37.
26. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.
27. Singh, K.B., Saxena, M.C., and Gridley, B.E. 1984. Screening Chickpea for Cold Tolerance and Frost Resistance. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. The Netherlands. p. 167-177
28. Tan, W.J., Yang, Y.C., Zhou, Y., Huang, L.P., Xu, L., Chen, Q.F., Yu, L.J., and Xiao, S. 2018. Diacylglycerol Acyltransferase and Diacylglycerol Kinase Modulate triacylglycerol and phosphatidic acid production in the plant response to freezing stress. Plant Physiology 177(3): 1303-1318.
29. Thomashow, M.F. 1999. Plant cold acclimation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 50: 571-599.

30. Zafaranieh, M. 2015. Evaluating yield and phonological and morphological characteristics of chickpea genotypes in autumn cultivation under complementary irrigation regime and winter sowing in Mashhad. Journal of Crops Improvemen 17(1): 271-282. (in Persian with English abstract).
31. Zhang, H., Wang, Y., Bao, M., and Chan, Z. 2019. Physiological changes and DREB1s expression profiles of tall fescue in response to freezing stress. Scientia Horticulturae 245: 116-124.

Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: **https://ijpr.um.ac.ir**
Vol. 13, No. 2, December 2022, p. 139-159 (Original Research Article)

Preliminary selection of desi chickpea genotypes to introduce cold tolerant cultivars for autumn planting in cold regions

Nezami[1*], Ahmad; Nabati[2], Jafar; Kafi[3], Mohammad; Boroumand Rezazadeh[4], Elahe; Solouki[5], Hessamoddin; and Azari[6], Seyed Jalal

1. Professor, Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nezami@um.ac.ir
2. Assistant Professor, Crop Physiology, Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir
3. Professor, Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; m.kafi@um.ac.ir
4. PhD. in Crop Ecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Ferdowsi University of Mashhad; elaheh.boroumand@mail.um.ac.ir
5. PhD. Student in Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Ferdowsi University of Mashhad; hesamsolooki@yahoo.com
6. PhD. Student in Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University; sjamnt@gmail.com

The Dates:
Received: 30 May 2022; **Revised:** 14 June 2022
Accepted: 10 September 2022; **Available Online:** 22 December 2022

How to cite this article:
Nezami, A., Nabati, J., Kafi, M., Boroumand Rezazadeh, E., Solouki, H., and Azari, S.J. 2022. Preliminary selection of desi chickpea genotypes to introduce cold tolerant cultivars for autumn planting in cold regions. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 139-159. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2205-1037

Introduction

In temperate climates, cool-season plants are usually grown in autumn. Due to the proper establishment of the plant in autumn, better use of rainfall, and avoidance of late-season heat and drought stresses, autumn planting leads to better plant stability and yield compared to spring planting. In chickpeas, autumn sowing increases plant height and nitrogen fixation. Scientists believe that autumn cultivation of chickpea leads to higher yields due to the longer vegetative growth period and coincides with the reproductive growth period with favorable humidity and temperature conditions. On the other hand, studies have shown that in severe freezing temperatures in cold regions, chickpea has a lower tolerance threshold than autumn cereals. This study aimed to evaluate the freezing tolerance of chickpea genotypes -desi type- in field conditions to select superior genotypes for autumn cultivation.

Materials and Methods

This study was conducted in the research farm station of the Faculty of Agriculture, the Ferdowsi University of Mashhad in 2018. In this study, 255 desi type genotypes and a Kabuli type genotype (Saral) as control were evaluated in a Randomized Complete Block Design with three replications. Seeds were provided from the Mashhad Chickpea Collection (Seed Bank of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad). Planting was done in October with a density of 30 plants per square meter. Irrigation was done in three stages including immediately after planting, 14 days after the first irrigation, and at the flowering stage. To determine survival percentage, the number of plants for each genotype was counted 30 days after emergence and immediately after winter. Genotypes were classified into four groups (0-25, 26-50, 51-75 and 76-100% survival). Plant height, plant length, lowest pod height, number of branches, number of pods per plant, percentage of filled pods, plant dry weight, grain weight per plant, 100-seed weight, biological yield, grain yield, and harvest index were measured at the end of the growing season.

*** Corresponding Author:** nezami@um.ac.ir

Results and Discussion

The lowest minimum temperature during the growing season was -12°C. Results showed that among 255 genotypes, 25 genotypes were lost before freezing stress and 20 genotypes were lost by freezing stress. Significant differences were observed among the genotypes in terms of plant height, plant length, lowest pod height, number of branches, number of pods per plant, percentage of filled pods, plant dry weight, seed weight per plant, 100-seed weight, biological yield, grain yield, and harvest index. The survival percentage of 39 genotypes was between 76 to 100%, 75 genotypes between 51 to 75%, 61 genotypes between 26 to 50%, and 55 genotypes less than 25%. Ten genotypes (MCC373, MCC658, MCC755, MCC212, MCC83, MCC864, MCC371, MCC756, MCC749 and MCC885) had a survival percentage higher than 90%. Plant height in 21 genotypes was higher than 50 cm and the lowest pod height in 47 genotypes was more than 15cm. The number of branches per plant increased as the survival range increased. Also, in different survival ranges, grain yield decreased as survival percentage decreased. The average grain yield in the survival range of 100-76% was 257 $g.m^{-2}$, which was 24%, 2.5, and 8.6 times higher than the survival ranges of 51-75, 26-50, and 0-25%, respectively. No significant difference was found among survival ranges of 100-76, 75-51, and 50-26% according to the harvest index.

Conclusion

The results of cluster analysis of chickpea genotypes desi type under autumn cultivation showed that 230 studied genotypes were divided into four groups. The four groups included 106, 24, 43, and 57 genotypes, respectively. Standardized canonical coefficients of all traits except, the percentage of filled pods, seed weight per plant, 100-seed weight, and harvest index were significant in the first canonical diagnostic equation. These results show that these traits have the greatest impact on the diversity between genotypes. Based on the results of the analysis of the variance of groups, except for the percentage of filled pods and harvest index, a significant difference was observed between the groups in all studied traits. A comparison of the means of the groups showed that the genotypes of the second group had the highest mean survival percentage and then the fourth group was in the next rank. The difference between the means of these two groups with the total mean was 17.7 and 16.4%, respectively. The genotypes of the second group were superior to the genotypes of the other groups in terms of biomass yield and grain yield and produced 1252 and 606 $g.m^{-2}$ more than the total average, respectively, then the genotypes of the fourth group were superior to the genotypes of the other groups. In general, due to the high yield in the cold-tolerant genotypes, autumn cultivation of desi-type chickpeas seems to be economical.

Keywords: Freezing، Harvest index، Plant height، Seed yield، Survival